

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2683836号

(45)発行日 平成9年(1997)12月3日

(24)登録日 平成9年(1997)8月15日

(51)Int.Cl.<sup>®</sup>  
G 0 2 B 26/02

識別記号 庁内整理番号

F I  
G 0 2 B 26/02

技術表示箇所  
B

請求項の数10(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平1-504983  
(86) (22)出願日 平成1年(1989)3月17日  
(65)公表番号 特表平3-503686  
(43)公表日 平成3年(1991)8月15日  
(86)国際出願番号 PCT/US89/01101  
(87)国際公開番号 WO89/09944  
(87)国際公開日 平成1年(1989)10月19日  
(31)優先権主張番号 177, 952  
(32)優先日 1988年4月5日  
(33)優先権主張国 米国(US)

(73)特許権者 99999999  
エヌ・エム・レーザー・プロダクツ・イ  
ンコーポレーテッド  
アメリカ合衆国、94086 カリフォルニ  
ア州 サニィベイル、サン・ラザロ・ア  
ベニュー、154  
(72)発明者 ウッドラフ、デビッド・シー  
アメリカ合衆国、95051 カリフォルニ  
ア州 サンタ・クララ、フローラ・ビス  
タ・アベニュー、3488  
(74)代理人 弁理士 深見 久郎 (外2名)  
審査官 田部 元史

(54)【発明の名称】 レーザビームのための高速シャッタ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】源からの経路に沿って向けられたレーザビームを遮断するためのシャッタ機構であって、光源から逆の端部に互いに狭いV字型の関係に装着された電磁石および撓み性の強磁性の刃を含み、その電磁石および刃がその間を光経路が通るように位置し、前記電磁石が電力源と連通しつつ円筒状の心と前記心のまわりにトロイダルな巻線とを有し、前記心が磁極を規定する綾のスライスを有し、前記電磁石が活性状態のとき前記刃の自由な端部が前記磁極の方向に曲がるべく位置決めされ、前記刃から反射する光を吸収する手段を含み、かつ前記吸収手段からの熱を発散する手段とを含む、シャッタ機構。

【請求項2】前記磁極上に配置された弾性の部材により

さらに規定される、請求項1に記載のシャッタ。

【請求項3】前記吸収手段が前記電磁石から前記刃の逆の側の前記経路に実質的に平行に横たわる光吸収プレートである、請求項1に記載のシャッタ。

【請求項4】前記吸収手段が前記磁極の間に配置された光吸収性の舌状部である、請求項1に記載のシャッタ。

【請求項5】源からの経路に沿って向けられたレーザビームを遮断するためのシャッタ機構であって、前記経路に横たわりそこにスロットを有するプレートと、

前記源から逆の前記プレートの端部に装着された撓み性の強磁性の刃を含み、前記刃が前記スロットを覆い、電磁石が電力源と連通しつつ円筒状の心と前記心のまわりにトロイダルな巻線とを有し、前記心が磁極を規定する前記ビーム経路に実質的に平行なスライスを有し、か

つ前記刃の自由な端部が、前記電磁石が活性状態にあるとき前記電磁極に向かって曲がるべく位置決めされ、それにより前記スロットをあらわにし、

前記磁極の間に配置された光吸収性の舌状部を含み、かつ、

前記舌状部からの熱を発散するための手段とを含む、シャッタ機構。

【請求項 6】前記磁極状に配置された弾性部材によりさらに規定される、請求項 5 に記載のシャッタ。

【請求項 7】前記刃が光反射性の材料でコーティングされた、請求項 5 に記載のシャッタ。

【請求項 8】源からの経路に沿って向けられたレーザビームを遮断するためのシャッタ機構であって、

前記経路に実質的に平行に横たわる光吸収性のプレートと、

前記源に対向する前記プレートの端部に装着された撓み性の強磁性の刃と、

電力源と連通し、円筒状の心と前記心のまわりにトロイダルな巻線とを有する電磁石とを含み、前記心がその間に空隙を有する磁極を規定する縦のスライスを有し、前記空隙が前記ビームの経路と一致し、前記刃の自由な端部が、前記電磁石が前記ビームをブロックするために活性状態にあるとき前記電磁石の方向に曲がるべく位置決めされ、

前記光吸収性プレートからの熱を発散する手段とを含む、シャッタ機構。

【請求項 9】前記磁極上に配置された弾性部材によりさらに規定される、請求項 8 に記載のシャッタ。

【請求項 10】前記刃が光反射性材料でコーティングされた、請求項 8 に記載のシャッタ。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 技術の分野

この発明はレーザビームのためのシャッタ機構に関し、かつ特に電磁的に動作されるシャッタに関する。

##### 背景技術

第11図を参照すると、先行技術のシャッタ機構は電磁石16によりビーム経路14へ偏向され得る大変薄い撓み性のある鋼の箔を含む。箔12は一方の端部で保持スクリュ20によりカーラー18に取り付けられかつ電磁石が不活性状態にあるときはビーム経路14と並行におよびその下に横たわる。電磁石16はパンケッキボビン上に磁気巻線24により囲まれたフィライトの心22を含む。動作においては、巻線24はエネルギーを付与され、磁石16を活性化しかつ箔12の自由な端縁26が磁石16に引き付けられかつ上向きに移動することを引き起す。端部26がレーザビーム経路14を遮断するので、ビームは2、3だけ経路14から離れて反射する。反射角度は箔の端部26が磁石16に近づくにつれ増大する。図面に見られる完全に閉じた位置では、箔12は磁石16近くに平らに適合し、保持スクリュ20に対して下向きに鋭く曲りかつ50ないし60度の入射角で

レーザビームを遮断する。熱シンク25が電磁石16により発生した熱を取り除く。

大変薄い箔12は極めて撓み性があり、ビームをブロックするとき「S」型に曲がることが可能だけでなく、

- 05 箔12と電磁石16の衝突により引き起こされる振動を低減する上で助けとなる低い質量である。このことは有利である、というのは減衰器またはシャッタはヘリウムネオンおよび他のガスレーザに関して標準的である円筒状のハウジングの上に通常適合され、かついかなる振動も容易に結合されるからである。しかしながら、薄い箔は本来弱く、「S」型に曲げられた部分の応力点および保持スクリュ20のための切り込みがついたカットアウトでは特にそうである。箔12の寿命は破損が発生するまで約10,000サイクルであり、これはロースピードのオン／オフ動作へのその使用を制限する。熱的には、薄い箔は高出力レーザ光の吸収により発生する十分な熱を誘導し取り去る能力はないが、低出力レーザの減衰には適している。

- 箔12は変更されないビーム経路14の角度に近い角度で20 光ビームを反射する。したがって、箔の端部26がビームを遮断し始めると望まれない浮遊反射線がレーザビームの標的の平面に現れる。これは最初の遮断から箔12が電磁石16に抗して平らになるまで発生する。反射は変更されないビーム経路14に対しては大変狭い角度にあるの25 で、反射は装置内では除去され得ないが、減衰器と標的の平面との間のどこかで「刈り込まれ」なければならない。低スピードのオン／オフ動作に関してはこれはほとんど問題がない。しかしながら減衰器またはシャッタを高速パルス動作において循環させる場合には受容しがたい大きな連続的な「縞」の反射を作り出すであろう。さらに、低速度動作においてさえ、完全に閉じた「S」型の箔の配向によりレーザ光がレーザ内に散乱して戻ることを可能にする。この後方散乱は干渉計等の適用には望ましくない。

- 30 35 本件発明の目的は長い寿命を有しつつ高速パルス動作に適するように浮遊反射のないレーザビームのシャッタ機構を製作することである。

本件発明のもう1つの目的は高出力のレーザおよび源での使用に適するシャッタ機構を製作することである。

- 40 発明の開示
- 45 上記の目的は、剛性の強磁性の刃が光源から逆の端部に、電磁石の磁極とV字型の関係に装着されレーザビームの光の経路がその間を通るシャッタ機構で達成されてきた。電磁石は縦方向の、すなわち軸方向のスライスを規定する磁極を有する円筒状の心を有しつつ心のまわりに電力供給源と連通するトロイダル巻線を有する。刃は撓み性があり従って電磁石が活性化されると、刃の自由な端部が磁極の表面に向かって曲がる。

- 50 1つの実施例では、光の経路は電磁石の磁極の間に規定される空隙と一致する。シャッタは通常開いた状態に

ある。電磁石が活性状態にされると、刃はビームを捕らえる磁極の方向に曲がる。実施例はまた、電磁石が不活性状態にあるときそれに抗して刃が静止する、ビーム経路に平行に横たわりかつ刃がビームをとらえるとき刃から反射した光を吸収する光吸收性のプレートを有する。プレートは熱シンクを形成し、それは刃の保持器と、ハウジングと、熱エポキシで電磁石のまわりで熱を発散させる。

もう1つの実施例では、刃は通常ビーム経路を横切る角度で横たわりかつその中に縦のスロットが切り取られたバックアッププレートに対向して位置する。シャッタは通常閉じられた状態にある。電磁石が活性状態になると、刃はビーム経路の方向から外れて曲りビームが切り取られたスロットの中を通過することを可能にする。光吸收性の舌状部は電磁石の磁極の間に配置され閉じられた位置で刃により反射した光を吸収する。刃保持器、シャッタハウジングおよび熱エポキシが熱を発散させる。

シャッタの刃がグレージング入射でビームを遮断しつつ反射率強化のためにコーティングを施されてもよい。ビームは「V」装着部に対向する端部からシャッタに入るので、刃および光吸收性プレートまたは舌状部が真の光トラップにおいてビームを捕らえる。浮遊反射および後方散乱は存在しない。剛性のカンチレバーのはねとして動作し、例外的に長い寿命を有する。磁気の熱源および光吸收熱がよく伝達され、高出力レーザ源でのその使用を可能にする。磁石の円筒トロイダルの形状は磁気回路の重要な部分として刃を使用しつつ高速変調に関して能率的である。

#### 図面の簡単な説明

第1図は本件発明のシャッタ機構の「通常閉じられた」実施例の一部切り取られた側面図である。

第2図ないし第4図は、それぞれ第1図の実施例の正面、背面および平面の図である。

第5図は本件発明のシャッタ機構のための電磁石のスライスされた円筒状の心の平面図である。

第6図は第5図の心の端面図である。

第7図は本件発明のシャッタ機構の「通常開かれた」実施例の側面の断面図である。

第8図ないし第10図はそれぞれ第7図の実施例の平面、正面および背面の図である。

第11図は先行技術のシャッタ機構の側面の断面図である。

#### 発明を実行するための最適モード

第1図ないし第4図を参照すると、本件発明のシャッタ機構の「通常閉じられた」実施例はレーザ源から入來の光ビーム32の経路におけるグレージングに近い入射で配向された平坦な長手の強磁性の刃30を含む。典型的には、刃30に対向する光の入射角は刃表面に対する法線に関して約84度である。この態様では、グレージング入射の反射特性が利用され、結果として刃からの高い光の反

射率が得られる。刃30はさらに反射率を強化するためにアルミニウムでコーティングされてもよい。紫外に近い波長から赤外に近い波長までの範囲内での偏光された光に関しては、反射率は典型的には98%に近付く。

- 05 シャッタはまたワイヤの巻線36で包まれた心34を含む電磁石を含む。第5図および第6図に別々に見られる心34は、縦方向のスライスが切り取られた長い円筒であり、磁極38および40を規定しその間にチャネルの空隙42を有する。磁極表面は、所望の偏向のための刃の自然な10 カンチレバーのはねの輪郭の曲線に一致するよう工作される。心の材料は低いシステリシス損失および高い能率を提供する透磁率の高い磁気グレード鉄である。第1図ないし第4図に戻ると、巻線36はトロディアルに、すなわち端部から端部へ心34のまわりを包まれしたがって付15 勢されるとトロイダル状の電磁界を形成する。巻線36は導線44を介して電力源と連通する。この発明の一部ではないが、駆動エレクトロニクスは衝撃係数、および電磁石に供給される電力の周波数を制御する。典型的には、15ボルトから30ボルトのDCの駆動電圧が使用される。
- 20 刃30はバックアッププレート46と同一平面に装着される。刃保持器48は刃をねじ50でバックアッププレート46に固定する。縦のスロット52がバックアッププレート46から切り取られる。スロット52はビームの経路32と一致し、かつ通常刃30により覆われる。楔形の熱舌状部54が25 電磁石の磁極38と40との間に配置される。舌状部54は好ましくは高い熱伝導性のために銅から製作され、かつ光の吸収のために化学的に黒くされる。舌状部54は刃の保持器48への端部に取り付けられ、かつ舌状部の上表面が磁極38および40の表面と水平でかつビーム経路32とほぼ30 平行になるように配向される。
- その通常の「オフ」の位置で、刃30および心34と巻線36などで製作された電磁石は刃30とバックアッププレート46が「V」の1つのレグを規定しつつ電磁石の不活性状態の磁極38および40ならびに舌状部54が「V」の他方の35 レグを規定し、磁極38および40ならびに舌状部54に対して包括的に平行な2つのレグの間を光ビーム経路32が通る、V字型の関係にある。刃30の高い反射率により熱舌状部54への光学出力の排出が可能になり、舌状部から結果として得られる熱が熱的に伝導するエポキシ58を通つ40 てシャッタの外部のケース56に伝えられる。ケース56は典型的には高い熱導電率のためにアルミニウムである。刃により吸収されるどの様な熱エネルギーも直接的な接触によりバックアッププレート46へ伝達され得る。このように、刃30は出力の方向を変えかつそのばねの硬度を変え得る熱を避ける。磁気巻線36からの熱は熱的に伝導するエポキシ58を経由して、電磁石を囲むケース56の内部へ伝えられる。ケース56に伝えられる熱はケースのまわりに組み立てられる種々の標準的な熱シンクのパッケージのいかなるものによっても処理され得る。
- 50 光学的には、磁極38および40ならびに舌状部54に対す

る刃30のV字型の配列によりシャッタが通常閉じられた位置での光トラップとして働くことになる。刃が光源の端部に対向して、すなわちシャッタの入力側から逆の端部に装着されるという事実は、刃30での光経路32のグレージング入射と併せて、刃30と舌状部54により多重の散乱反射が狭い「V」内に吸収されることを引き起こし、結果として光源への後方散乱はほとんどゼロになる。刃30はビームを遮断するとビーム出力をシャッタ内にとらえるので、浮遊反射は存在しない。

動作において、トロイダル巻線36が付勢されかつ電磁石がそれに従い活性化されると、電磁石が第1図に矢印60で示されるように、刃30を磁極38および40の方向に下向きに引き寄せる。刃30はビーム経路32を避けて曲り、第1図に矢印62で示されるように、ビームがバックアッププレート46内の切り取られたスロット52を通過することを可能にする。図示されていないが、熱エラストマが磁極に対する刃30の衝撃を和らげるために磁極38および40上に備えられてもよい。上記のとおり、磁極38および40は刃の自然なカンチレバーのばねの輪郭の曲線と一致するように工作される。強磁性の刃30は磁気回路を閉路しかつ磁石の重要な部分をなし、トロイダルに巻かれた円筒状の電磁石を極めて効率的にしかつ高速の立上りおよび立ち下がり時間を作り出す。刃30の剛性により、ひとたび巻線36への出力が閉じられてしまうと、刃が素早く通常の閉じられた位置へ戻ることを可能にする。典型的には、200Hzまでのパルス繰り返し率が約300マイクロ秒の光学立ち上がりおよび立ち下がり時間で達成される。剛性の保持された刃は輪郭をつけられた磁極の表面と組み合わされて刃に10億サイクルを越える長い寿命を与える。スロット52により設けられた真っ直ぐなスリーオン孔は光学エレメントまたは表面を有しておらず、かつ従ってシャッタが開いている状態のとき、レーザ等のコヒーレントな源の波面を変更することはない。

第7図ないし第10図を参照すると、シャッタ機構の「通常開かれた」実施例はレーザ等の、源からの入來の光ビームの経路66にはほぼ平行に配向された平坦で長手の強磁性の刃64を含む。典型的には、刃64は高い光反射率のためにアルミニウムでコーティングを施される。シャッタはまた心68およびワイヤの巻線70を含む電磁石を含む。巻線70は導線72を介して電力源と連通する。この発明の一部ではないが、駆動エレクトロニクスが、電磁石へ供給される電力の衝撃係数および周波数を制御する。

心68は再び縦のスライスが切り取られた長い円筒である。スライスは磁極74および76を規定しその間にチャネルの空隙78を有する。心の材料は高い透磁性を有する磁気グレード鉄で、かつ心68はトロイダルに端部から端部を巻線70により包まれ、それにより、付勢されるとトロイダルな磁界を形成する。磁極の表面は曲げられるとき

刃64の自然なカンチレバーのばねの輪郭に一致するよう工作される。

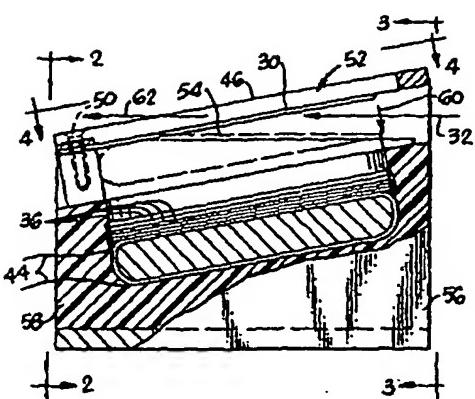
刃64はバックアッププレート80と同一平面に装着される。刃保持器82はねじ84で刃64をバックアッププレート80に固定する。バックアッププレート80は切り取られたスロットを有さず、かつ好ましくは高い熱伝導率のために銅から製作されかつ光吸収性のために化学的に黒くされる。刃保持器82はそこに規定され、光ビーム88のための開口を提供するように電磁極74と76との間の空隙78と一致するチャネル86を有する。その通常の「オン」の位置では、刃64および電磁石はV字型の関係にあり、刃64とバックアッププレート80が「V」の1つのレグを規定しかつ電磁石の不活性状態の磁極74および76が「V」のもう一方のレグを規定する。光ビーム経路66および88は刃64に総括的に平行な2つのレグの間で磁極74および76の間の空隙78をとおりかつ保持器82のチャネル86を通る。

動作においては、トロイダルな巻線70が付勢されると、電磁石が第7図に矢印90で示されるように磁極74および76に向かって下向きに刃64を引き付ける。刃64はビーム経路66内へ曲り、ビームをとらえる。図示されていないが、熱エラストマが磁極に対する刃64の衝撃を和らげるために磁極74および76上に設けられてもよい。刃64は円筒状の心68の磁気回路を完成し、電磁石を極めて能率的にする。

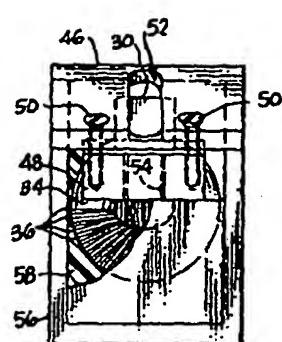
光学的には、第7図に仮想線で示される曲げられた刃92は典型的には刃に対する法線に対して約84度のグレージング入射角で配向される。光学出力は刃92により反射され吸収性バックアッププレート80に至る。刃により吸収されるいかなる熱エネルギーも熱エラストマを経由して電磁極74および76に伝達されることが可能で、または刃保持器82を介してシャッタの外部のケース94に伝えられ得る。磁気巻線70からの熱は熱的に伝導性のエポキシ96を経由してケース94に伝えられる。曲げられた刃92およびバックアッププレート80が後方散乱を防ぐ狭いV字型の光のトラップを形成する。

通常開かれたおよび通常閉じられた実施例双方が刃の性能に影響を与えることなく10ワットにわたって光学出力を低下させることができる。典型的には200Hz以上までの高速変調が後方散乱または浮遊反射なしに達成される。10億サイクルを越える寿命が達成される、というのは剛性の刃がそのカンチレバーのばねの弾性制限をずいぶん下回って動作するからである。シャッタは、衝撃係数および周波数における急激な変化を可能にするように非共鳴でかつ非慣性のものである。したがってシャッタは高速および高出力双方のレーザパルス変調に適している。

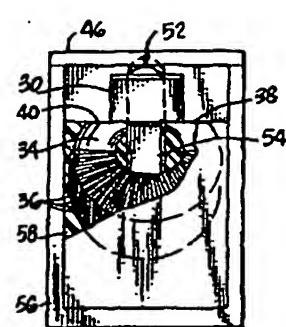
【第1図】



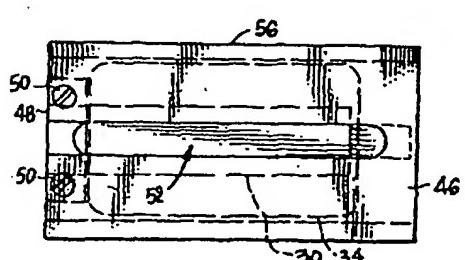
【第2図】



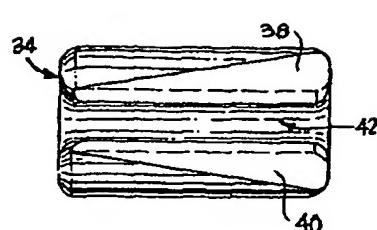
【第3図】



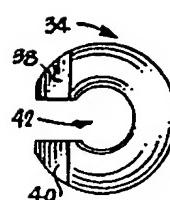
【第4図】



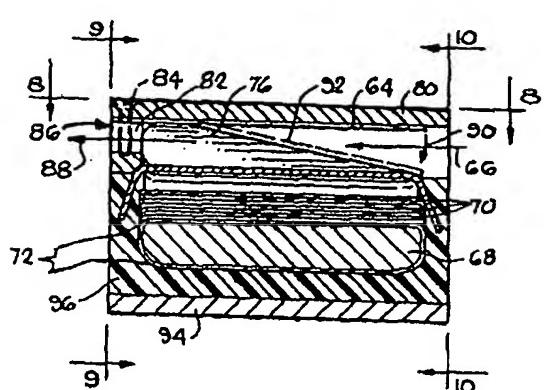
【第5図】



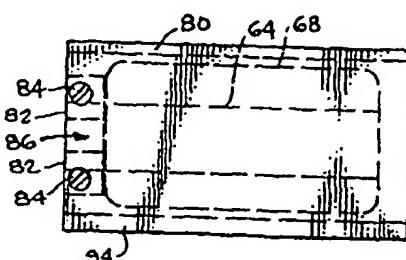
【第6図】



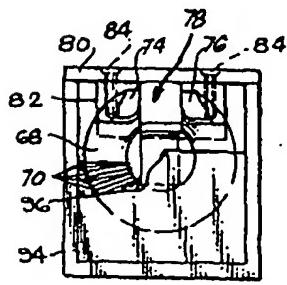
【第7図】



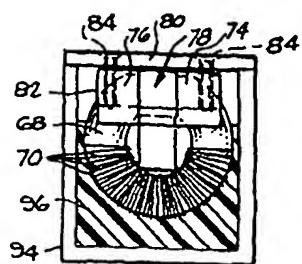
【第8図】



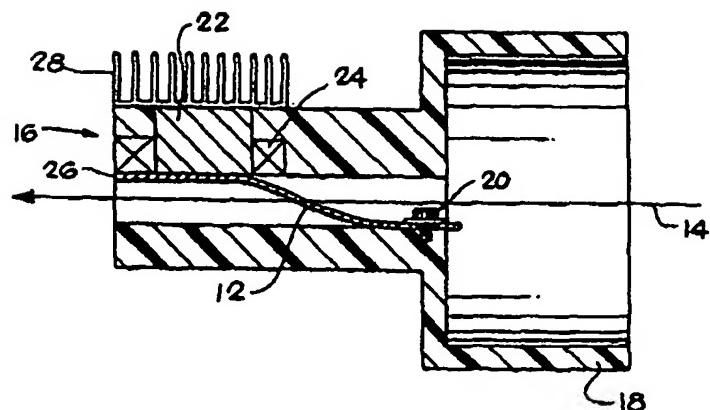
【第10図】



【第9図】



【第11図】



(PRIOR ART)